

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-39453

(P2003-39453A)

(43) 公開日 平成15年2月13日 (2003.2.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 9 C 39/10		B 2 9 C 39/10	3 D 0 0 1
B 6 0 G 11/08		B 6 0 G 11/08	3 J 0 5 9
F 1 6 F 1/18		F 1 6 F 1/18	A 4 F 2 0 4
// B 2 9 K 105:08		B 2 9 K 105:08	
B 2 9 L 31:30		B 2 9 L 31:30	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2002-119940(P2002-119940)

(22) 出願日 平成14年3月18日 (2002.3.18)

(31) 優先権主張番号 60/276370

(32) 優先日 平成13年3月17日 (2001.3.17)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 10/037048

(32) 優先日 平成13年12月31日 (2001.12.31)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500432686

ピステオン グローバル テクノロジーズ  
インコーポレイテッドアメリカ合衆国 ミシガン州 48126, デ  
ィアボーン ワン パークレーン プール  
ヴァード パークレーン タワーズ イー  
スト スイート 728

(74) 代理人 100059959

弁理士 中村 稔 (外9名)

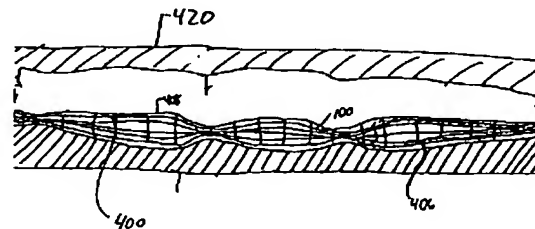
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合横方向リーフばね、その製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 安価であって良好な曲げ剛性をもつ複合横方向リーフばね及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 リーフばね (100) は、ガラス繊維を長手方向に整列させて編組して構成された予備成形管状ガラス繊維織物 (400) を用いて形成される。この織物を内部フォーマ、例えば1以上の膨張可能な袋 (405) 上に装着し又は取り付け、金型 (420) 内に配置する。樹脂を施して金型内で適当な剛さまで硬化させた後、金型を取り外す。次に、内部フォーマを複合リーフばねから取り外す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 横方向リーフばねの製造方法であって、成形手段及び前記成形手段を受け入れるようになった金型を準備する工程と、あらかじめ編組された管状ガラス繊維構造体を前記成形手段に装着する工程とを有し、前記編組構造体は、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成り、前記方法は、前記成形手段及び前記編組構造体を前記金型内の成形キャビティ内に配置する工程と、樹脂材料を前記金型内に注入して前記繊維を被覆する工程と、前記樹脂を硬化させて一体形リーフばね部品を形成する工程とを更に有することを特徴とする方法。

【請求項2】 前記成形手段と前記金型の内壁との間に圧力を加えて前記ガラス繊維構造体及び前記樹脂材料を前記壁に押し付ける工程を更に有していることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記成形手段は、前記成形キャビティ内にぴったりと嵌まるようになったエラストマー袋を更に有していることを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記圧力を加える工程は、前記袋が前記成形キャビティ内に位置しているときに前記袋を膨らませる工程を更に有していることを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】 前記一体形リーフばね部品を前記成形キャビティから取り出す工程及び前記一体形リーフばね部品を前記キャビティの外部で硬化させる工程を更に有していることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項6】 前記管状ガラス繊維構造体は、半径方向及び長手方向に弾性であることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項7】 横方向リーフばねの製造装置であって、前記リーフばねに一致した形状を備える成形手段と、あらかじめ編組された管状ガラス繊維構造体を前記成形手段上に配置する手段とを有し、前記編組構造体は、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成り、前記装置は、前記成形手段及び前記編組構造体を受け入れるようになった成形キャビティと、樹脂材料を前記成形キャビティ中に注入する手段とを更に有していることを特徴とする装置。

【請求項8】 前記成形手段は、前記成形キャビティ内にぴったりと嵌まるようになったエラストマー袋を更に有していることを特徴とする請求項7記載の装置。

【請求項9】 あらかじめ編組された構造体を配置する前記手段は、手動装着手段を更に有していることを特徴とする請求項7記載の装置。

【請求項10】 前記管状ガラス繊維構造体は、管状形態をなして編成態様で螺旋状に延びる複数のガラス繊維を更に有していることを特徴とする請求項7記載の装置。

【請求項11】 横方向リーフばねの製造方法であつ

て、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る編組繊維構造体を準備する工程と、樹脂材料を前記編組繊維構造体中に一体化して中空の成形ばね付形物を形成する工程と、前記付形物を硬化させる工程とを有することを特徴とする方法。

【請求項12】 前記複数の細長い繊維は、繊維の全体として整列した多数のストランドの群から形成され、各群は、前記編組繊維構造体中に編成されることを特徴とする請求項11記載の方法。

10 【請求項13】 複数の前記群が、前記管状付形物を形成するよう前記構造体の周りに螺旋状に延びていることを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記編組繊維構造体を保持するための成形装置を準備する工程を更に有していることを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項15】 複合横方向リーフばねであって、細長い弾性の管を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る編組繊維構造体を有し、前記管は、前記繊維構造体の実質的に長さ全体にわたって延びる実質的に中空の内部を備え、前記複合横方向リーフばねは、実質的に中空の内部及びテーパ端部を備えたリーフばね付形物を形成するよう前記繊維構造体と一体化された樹脂材料を更に有し、前記テーパ端部は、車両のアクスル部品に回転自在に取り付けられるようになっていることを特徴とする複合横方向リーフばね。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【関連出願の引照】本発明は、2001年3月17日に  
出願された米国仮特許出願第60/276,370号の  
優先権主張出願である。上記米国仮特許出願の開示内容  
全体を本明細書の一部を形成するものとしてここに引用  
する。

【0002】

【発明の分野】本発明は一般に、自動車の複合リーフばね（板ばね、リーフスプリングと呼ばれることもある）に関する。特に、本発明は、自動車用複合板ばね製造方法及び装置に関する。

【0003】

【発明の背景】自動車用サスペンションシステム（懸架装置）は通例、車両及びこれに乗っている人を支持すると共にこれらに対する衝撃を緩和するよう多数のリンク装置又は制御アーム、コイルばね及びアンチロールバーの組合せを利用している。多くのトラック用サスペンションシステムは、鋼製のリーフばね及びソリッド（中実）アクスル（車軸）を用いる場合がある（例えば、ホットキス型（Hotchkiss type）システム）。これら普通の鋼製部品を利用した従来型サスペンションシステムは典型的には、車両内部に納めることが困難であり、しかも重いので、燃料の経済性が良くない。従来型の公知の鋼製リーフばねは、可変路面条件の下でクッション作用

を発揮するために主鋼製リーフの下にこれと平行に固定された漸変長さの多数の副鋼製リーフを利用している。

【0004】複合リーフばねの製造に当たり複合材料を用いると、非常に軽量でコンパクトな設計が得られる。平らでない異形の横方向リーフばねを製造する方法が提案された。この製造方法の1つの欠点は、ばねを中空ビームに構成できないということにある。もう1つの欠点は、ビーム断面の幅がばねの長さによって変化する場合があるということである。製造方法は又、ビームの長さに沿って厚さに変化を付ける際に欠点がある。これら

欠点への対処の結果として、非常に僅かに応力を加えた追加の材料が部品中に設けられることになり、それゆえ、必要以上に重く且つ高価な部品が生じた。さらに、これら欠点により、織物状材料を組み込んだ提案例は、典型的な非横方向ばね自動車用途では、これが取って代わった部品よりも60%軽くなった。

【0005】横方向ばねは本質的に4点曲げ形態で装荷されるので、曲げモーメントによって主応力が生じる。かくして、ばねの剛性は、その断面の面積慣性モーメント又は断面二次モーメントと直接関連している。複合

ばねの中実矩形断面の中央領域の材料は、曲げ剛性にそれほど寄与しない。かくして、中空部分を非常に軽量にすることができ、しかも、上述の例の中実領域と同一の剛性を有する中空横断面を備えた複合ばねを製造することが有利である。

【0006】

【発明の概要】本発明によれば、複合横方向リーフばねの製造方法及び装置が提供される。本発明の一特徴では、本発明の方法では、成形手段及び成形手段を受け入れるようになった金型を準備し、あらかじめ編組された管状ガラス繊維構造体を成形手段に装着する。編組構造体は好ましくは、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る。次に、成形手段及び編組構造体を金型内の成形キャビティ内に配置する。樹脂材料を金型内に注入して繊維を被覆し、樹脂を硬化させて一体形リーフばね部品を形成する。

【0007】本発明の別の特徴では、横方向リーフばねの製造装置又はシステムが提供される。この装置又はシステムは、リーフばねに一致した形状を備える成形手段と、あらかじめ編組された管状ガラス繊維構造体を成形手段上に配置する手段とを有する。編組構造体は、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る。成形キャビティが、成形手段及び編組構造体を受け入れるようになっており、樹脂材料を成形キャビティ中に注入する手段が設けられている。

【0008】本発明の更に別の特徴によれば、横方向リーフばねの製造方法が提供される。この方法では、細長い弾性の管状構造体を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る編組繊維構造体を準備し、樹脂材料を編組繊維構造体中に一体化して中空の成形ばね付形物を

形成し、付形物を硬化させる。

【0009】本発明の更に別の特徴によれば、細長い弾性の管を形成するよう配置された複数の細長い繊維から成る編組繊維構造体を有する複合横方向リーフばねが提供される。この管は、繊維構造体の実質的に長さ全体にわたって延びる実質的に中空の内部を備えている。樹脂材料が、実質的に中空の内部及びテーパ端部を備えたリーフばね付形物を形成するよう繊維構造体と一体化されている。テーパ端部は、車両のアクスル部品に回動自在に取り付けられるようになっている。

【0010】

【好ましい実施形態の詳細な説明】1. 横方向リーフばね

複合リーフばねビーム構造体は、多数の自動車サスペンション機能を1つの一体ユニットの状態に統合している。サスペンション用リンク装置、ばね及びアンチロールバーの機能は、部品数、重量、NVHトランスミッション及び複雑さを減少させるよう統合されている。この設計は、10:1のオーダーで部品数を減少させると共に5:1のオーダーで重量を減少させることができる。本発明は、乗り心地及びロール剛性に関する機能性をも発揮する位置決め部材又はリンクとして動くよう横方向に配置された複合ばねを一体化したものである。本明細書において開示するような複合ビーム構造は、従来型下方制御アーム、コイルばね及びアンチロールバー組立体に代えて図1及び図2に示すような単一の複合ビーム100を用いている。ビーム100の形状、材料系及びピボットの配置場所102を設計することにより、従来型サスペンションシステムの乗り心地及びロール率、キャンバ（キャンバ角ともいう）及びトー特性をそのまま保持することができる。かくして、かかる複合ビームを用いると、自動車のサスペンションシステムの重量、複雑さ及びコストを減少させることができる。この種の従来型サスペンションは典型例では、図1aに示すようにトレーリングアーム及び3つのラテラルリンクから成っている。トレーリングアームの横方向の撓み及びブッシュのコンプライアンスは、システムが通常のサスペンション動程又はストローク範囲全体を通じて運動学的に過剰に拘束されないようにする。この設計により、トレーリングアームは、アクスルを前後に位置決めし、制動モーメント荷重に応動することができ、しかも、3つのラテラルリンクにより車輪のキャンバ及びトーの制御が可能になる。

【0011】トレーリングアームサスペンション設計により、アクスルは図1に示すように円弧に沿って動く。横方向リーフばね100のビームに設けられた外側ピボット104も又、円弧を辿らなければならない。このビームは、垂直方向と前後方向の両方に撓む必要がある。ビームは、Y方向に自由に撓むことができ、その際、トーを制御する。

【0012】外側ピボットが円弧を辿る際のビームの前後の曲げに起因してビームに加わる応力及び外力を減少させるため、曲げ軸線がXZ平面内で角度をなす横断面を備えたビームが構成されている。この結果、外側ピボット104のところで垂直方向荷重だけを受けただけで前後及び垂直方向に移動するビームが得られる。

## 2. 製造方法

本発明によれば、改良型リヤサスペンションシステムに用いられる車の横方向又は幅方向に延びるリーフばねを製造する方法が提供される。このシステムは代表的には、トレーリングアームを有している。下側制御アーム、コイルばね及びアンチロールバー組立体に代えて単一部品としての横方向ばねが用いられている。横方向ばねは、従来型部品構成を利用するベースラインシステムと同程度の乗り心地及びロール剛性を有するように設計できる。

【0013】本発明によれば、種々の形態にあらかじめ編組された管状ガラス繊維基材織物構造体が、横方向ばね中に複合構造体の状態で利用される。好ましくは、図4に示すような織物400が、樹脂で一体化する前にフォーム上に引き伸ばすことができる可撓性の管状形状物の状態に予備成形され又は編組される。例示のガラス繊維基材は、エーアンドピー・テクノロジー (A&P Technology) 社によって「ユニマックス (Unimax)」という商品名で製造されている。これら基材は、種々の管形状のガラス繊維の編組物中に設けられる。これら編組物は、例えば「中国風指捕り器」又は細長い整列状態の繊維で作られた長尺の管、例えば、コーンハスク (とうもろこしの皮) 又は可撓性で弾性の筒状ソックスに似たものである。好ましくは、管状構造体は、長手方向と半径方向の両方向において弾性である。他の編組パターン、例えば「袋編み」を用いてもよい。

【0014】上述したように、ユニマックスは、殆どが一方向の繊維を含む可撓性の管状繊維構造体400である。すなわち、繊維のうち大部分 (細長い繊維408) は、管の長さに沿って延びている。変形例では、繊維は、管状構造体の長さに沿って螺旋の状態に長手方向に延びていてもよい。好ましい実施形態では、これら繊維は、編組弾性ヤーンの±45°メッシュによって定位置に保持される。ガラス繊維を0°の繊維角度に維持した状態で、これら管状構造体を種々の細長い異形付形物上に極めて容易に引っ張ることができる。図4に示すような例示の方法では、複数のこれら管状構造体を切断してこれらを自動化方法又は手動で膨張可能な袋405上に配置することによりばねの繊維プレフォームを形成するのがよい。次に、プレフォーム及び袋を2個構成金型又はツール420内に配置する。次に、袋を約100psiの圧力まで膨らませる。次に、当該技術分野で知られている射出手段を用いて部品に樹脂を注入し、そして当該技術分野で知られているようにRTM又はVRTM法

を用いて成形するのがよい。部品がいったん硬化すると、この部品を金型420から取り出すことができる。穴をピボットのところに穿孔するのがよく、そしてブッシュをばねの中に挿入するのがよい。

【0015】テーパ及び肉厚のばらつきを設計的に成形品形状に導入でき、かくして、非常に軽量で効率的な部品が得られる。テーパを付けることができるので、この設計は、ビーム部分について内側ピボットから外側ピボットまで幅及び重量に関して勾配をもつことができる。これにより、外側領域は応答性が一層高いものになることができ、それゆえ、外側領域は一定横断面をもつ横方向ばねよりも撓み全体に対する貢献度が高い。かかる従来型ばねでは、撓みの大部分は、内側ピボットの近くの歪に起因して生じる。

【0016】このばねは又、向上したリセション (前後方向) コンプライアンス (recession compliance) を有するよう設計されたものであるのがよい。これらばねは通常、トレーリングアーム型リヤサスペンション内で働くよう設計されているので、外側ピボットは、自動車の横から見て円弧を辿らなければならない。これにより、ばねは内側ブッシュのところで前後に撓むと共に僅かに回転する必要がある。従来型織物状材料のばねは、前後方向では非常に剛性を示し、これにより、内側ブッシュを設計することは困難であり、また十分なりセションコンプライアンスを持たせることができない。内側ピボットの近くのビーム部分は、平面図で見て (図3、符号100) 薄く且つ後ろから見て (図2、符号102) 背の高いものであるよう設計されたものであるのがよい。これにより、従来型織物複合ばねよりも低い応力で前後に高い応答性を示す部材が得られる。

【0017】最後に、十分な重量の削減を達成することができる。一例として、袋で成形されたばねを、プロトタイプ車の下側制御アーム、コイルばね及びアンチロールバー組立体に取って代わるよう設計した。このばねは、置換対象の鋼製ベースライン部品の場合の10.0kgと比較して重量が1.8kgであることが判明した (即ち、82%の重さの軽減が得られた)。これと類似した3D織物設計は、重量が4.0kgであることが判明した。

【0018】図5は、本願で開示している本発明の好ましい方法を示す流れ図である。符号502で示す工程では、成形手段、例えば、細長い膨張可能な袋406を準備し、部分的に膨らませ又は剛化する。符号504の工程では、管状ガラス繊維編組構造体400を成形手段406上に装着し又は取り付けて長いガラス繊維408が成形手段406の長さに沿ってほぼ整列するようにすると共に繊維408が完成状態の複合リーフばねの最も長い寸法方向長さに沿って整列できるようにする。フォーム上に取り付けられたガラス繊維管400の位置決め状態が図6に示されている。図示のように、繊維は、フォ

7

ーマの長さに沿って位置決めされ、フォーマの端部を僅かに越えて延びている。フォーマ上の繊維の他の配列状態も可能であるが、この好ましい配置状態は、現在計画しているような完成品としてのリーフばねに最も大きな長手方向強度を与えることが分かっている。取付けは、1人以上の技術者が手作業で又はスリーブ装着型装置により自動的に行うことができる。

【0019】次に図5を参照すると、管状繊維構造体400を符号504の工程で装着した後、フォーマ及び繊維を、例えば先に図4に示した外部成形金型420内に配置する。次に、符号506の工程において、樹脂、例えばエポキシ又は当該技術分野で知られている他の適当な材料を注入法により塗布する。所望ならば、追加のガラス繊維又は他の構造的複合繊維をこの段階で成形手段上に追加して完成品の強度又は剛性を高めるのがよい。樹脂がガラス繊維相互間に完全に注入されて繊維及び樹脂部品の適度の構造的一体化が得られるように用心する必要がある。

【0020】工程508では、外部成形金型を閉じ、成形手段を膨らませて樹脂及びマトリックスを金型の壁に当接するようにするのがよい。樹脂は、工程510において硬化して十分な硬さまで硬化し、次に、工程512において板ばねを外部成形金型から取り出す。最後に、内部成形手段を萎ませ又は解除し、板ばねの内部、好ましくは板ばねの端から取り出す。次に、工程514にお

8

いて最終的な硬化を行うのがよく、そして工程516において、ばねに対して穿孔及び他の構造的改造を行うのがよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】好ましくは複合材料で作られていて、本発明の専用サスペンションシステム内に配置された例示の横方向リーフばねを示す図である。

【図1a】従来型ばねとリンクとアンチロールバーとから成るサスペンション組立体を示す図である。

【図2】本発明の横方向リーフばねの実施形態の斜視図である。

【図3】図2に示す実施形態の平面図である。

【図4】成形構造体と関連した図2の好ましい実施形態の斜視図である。

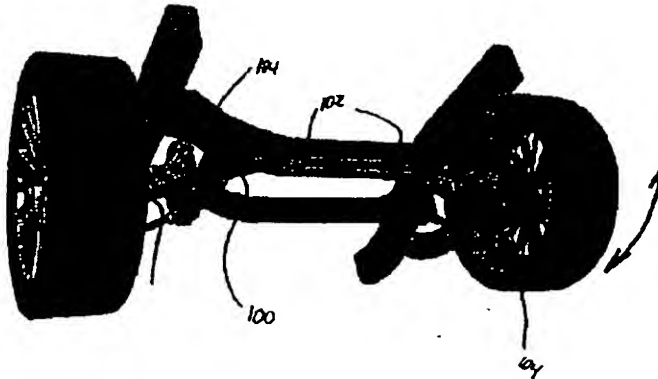
【図5】本発明の好ましい方法を示す流れ図である。

【図6】本発明の好ましい実施形態に従ってガラス繊維管状マトリックスを成形手段上に装着した状態を示す斜視図である。

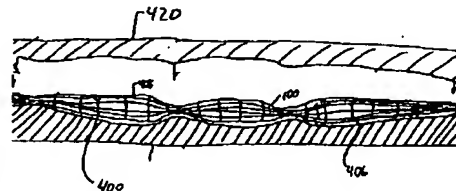
#### 【符号の説明】

- 100 リーフばね
- 400 管状ガラス繊維構造体
- 405 袋
- 408 細長い繊維
- 420 金型

【図1】



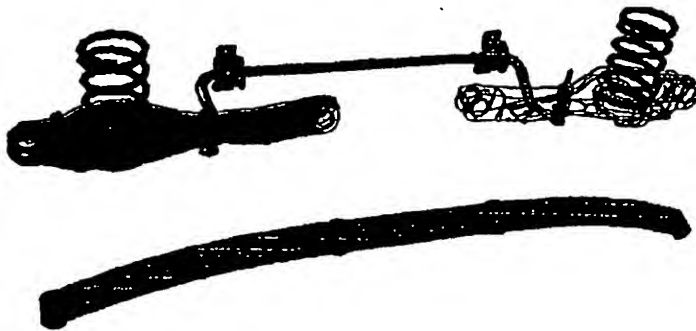
【図4】



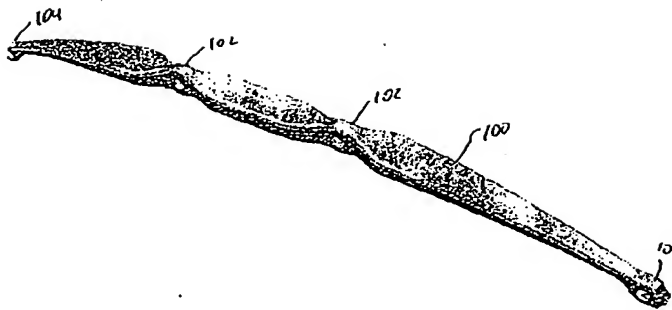
【図3】



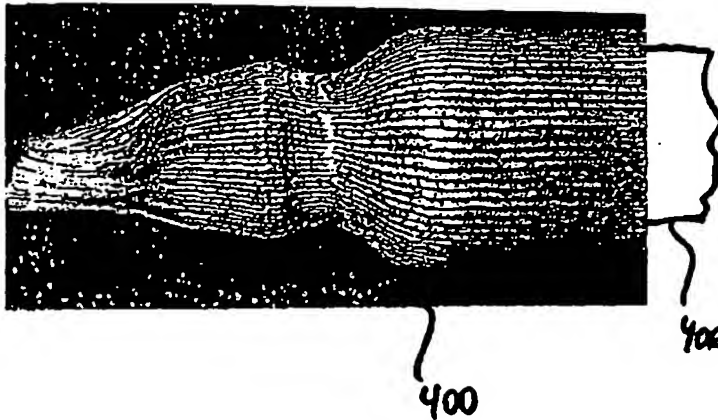
【図1a】



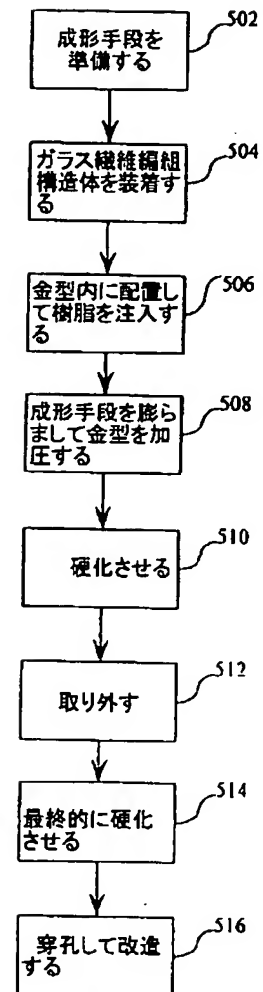
【図2】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート シー ローソン  
アメリカ合衆国 ミシガン州 48103 ア  
ン アーバー レイクビュー アベニュー  
665

Fターム(参考) 3D001 AA00 CA01 DA01  
3J059 AE04 BA11 BB01 BC04 BC16  
BD03 EA03 GA02  
4F204 AA39 AD16 AG07 AH17 EA03  
EA04 EB01 EB12 EF01 EF05  
EF27 EK10 EK17

【外国語明細書】

## MANUFACTURING METHOD FOR COMPOSITE TRANSVERSE LEAF SPRING

### CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

The present application claims priority to U.S. Provisional Patent Application Serial No. 60/276,370, filed March 17, 2001. The above provisional application is incorporated herein in its entirety by reference.

### FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates generally to a composite leaf spring for automobiles. More particularly, it relates to an automotive composite leaf spring manufacturing method.

### BACKGROUND OF THE INVENTION

Automotive suspension systems commonly utilize a combination of multiple linkages or control arms, coil springs, and anti-roll bars to support and cushion a vehicle and its passengers. Many truck suspension systems may use steel leaf springs and a solid axle (such as a Hotchkiss type system). Conventional suspension systems utilizing these common steel components are typically difficult to package within a vehicle, and are heavy, which contributes to poor fuel economy. Conventional known steel leaf springs utilize multiple secondary steel leaves of decreasing lengths secured below and parallel to a main steel leaf to provide cushioning under variable load conditions.

The use of composite materials in the manufacture of composite leaf springs offers much lighter and more compact designs. A method for weaving a non-flat, contoured transverse leaf spring has been proposed. One limitation of that manufacturing method is that the spring could not be a hollow beam. Another limitation is that the width of the beam section could be changed across the length of the spring. The weaving method also had limitations in varying the thickness along the length of the beam. These



limitations resulted in additional material in the component that was very lightly stressed, and hence a component which was heavier and more expensive than needed. Even with these limitations, the proposed example incorporating woven material was 60% lighter than the components it replaced on a typical, non-transverse spring automotive application.

Because a transverse spring is loaded in an essentially 4-point bending configuration, the main stresses are caused by the bending moments. The stiffness of the spring is thus directly related to the area moment of inertia of the section. The material in the central area of a solid rectangular section of a composite spring does not significantly contribute to the bending stiffness. It would thus be beneficial to manufacture a composite spring having a hollow cross-section that would allow the hollow sections to be much lighter, yet have the same stiffness as a solid area in the previous example.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

In accordance with the present invention, a method and apparatus for manufacturing a composite leaf spring is provided herein. In one aspect of the invention, the method includes the steps of providing a forming means and a mold adapted to receive the forming means, and installing a pre-braided tubular fiberglass structure over the forming means. The braid structure preferably comprises a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure. The forming means is then placed with the braid structure into a mold cavity within the mold. A resin material is injected into the mold to cover the fibers, and the resin is cured to create an integrated leaf spring component.

In another aspect of the invention, a system for manufacturing a transverse leaf spring is provided. The system or apparatus comprises forming means having a shape corresponding to the leaf spring, and means for placing a pre-braided tubular fiberglass structure over the forming means. The braid structure comprises a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure. A mold cavity is adapted to receive the forming means and the braid structure and means are provided for injecting a resin material into the mold cavity.

In yet another aspect of the invention, a method for manufacturing a transverse leaf spring is provided. The method includes the steps of providing a braided fiber structure comprising a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure, integrating a resin material into the fiber structure to form a hollow molded spring shape, and curing the shape.

In yet another aspect of the invention, a composite transverse leaf spring is provided comprising a braided fiber structure comprising a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tube. The tube defines a substantially hollow interior extending substantially the length of the fiber structure. A resin material is integrated with the fiber structure to form a leaf spring shape having a substantially hollow interior and tapered ends. The tapered ends are adapted to pivotally attach to axle components of a vehicle.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 shows an exemplary transverse leaf spring, preferably formed of composite materials, positioned within a special suspension system of the present invention;

FIG. 1a shows a conventional spring, link, and anti-roll bar suspension assembly;

FIG. 2 shows a perspective view of an embodiment of the transverse leaf spring of the present invention;

FIG. 3 shows a top plan view of the embodiment shown in FIG. 2 above;

FIG. 4 shows a perspective view of the preferred embodiment of FIG. 2 above, in association with its molding structures;

FIG. 5 is a flow diagram showing the preferred method of the present invention; and

FIG. 6 shows a perspective view of the installation of the fiberglass tubular matrix over a forming means in accordance with the preferred embodiment of the invention.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS OF THE INVENTION

### 1. Transverse Leaf Spring

Composite leaf spring beam structures integrate multiple automotive suspension functions into one integral unit. The functions of suspension linkage, spring, and anti-roll bar are integrated to reduce part count, weight, NVH transmission, and complexity. The design can reduce part count on the order of 10 to 1, and weight on the order of 5 to 1. This invention incorporates the integration of a composite, transversely positioned spring to function as a locating member or link that also provides ride and roll stiffness functionality. The composite beam configuration as disclosed herein replaces the conventional lower control arms, coil springs, and anti-roll bar assembly with a single composite beam 100, as illustrated in FIGS. 1 and 2. By designing the shape of the beam 100, the material system and the pivot locations 102, the ride and roll rates, camber and toe characteristics of a conventional suspension system can be preserved. The use of such a composite beam may therefore reduce weight, complexity and cost of a suspension system in an automobile vehicle.

A conventional suspension of this type typically consists of a trailing arm and three lateral links, as shown in FIG. 1a. Lateral flex in the trailing arm as well as bushing compliance prevents the system from being kinematically over-constrained throughout the normal range of suspension travel. This design allows the trailing arm to locate the axle fore/aft and react to the braking moment loads, while the three lateral links provide camber and toe control of the wheel.

Due to the trailing arm suspension design, the axle moves along an arc as shown in the view of FIG. 1. The outer pivots 104 on the transverse leaf spring 100 beam must also follow an arc. The beam must flex both vertically and fore/aft. The beam is free to flex in the Y direction, and in doing so it controls the toe.

To reduce stresses and forces in the beam due to the fore/aft bending of the beam as the outer pivot follows the arc, a beam is implemented having a cross section whose bending axis is angled in the XZ plane. This results in a

beam that travels fore/aft as well as vertically when loaded with only a vertical load at the outer pivots 104.

## 2. Manufacturing Method

In accordance with the present invention, a method for manufacturing a cross-car leaf spring for use in an improved rear suspension system is provided. The system typically incorporates trailing arms. The single-piece cross-car spring replaces the lower control arms, coil springs, and anti-roll bar assembly. The cross-car spring can be designed to have equivalent ride and roll stiffness as a baseline system that utilizes conventional componentry.

In accordance with the present invention, a tubular fiberglass base fabric structure that is pre-braided in various configurations is utilized in a composite structure in a transverse spring. Preferably, the fabric 400, as shown in FIG. 4, is pre-formed or braided into a flexible, tubular shape that may be stretched over a form before being integrated with resin. Exemplary fiberglass base materials are manufactured by A&P Technology under the trade name "Unimax." These materials are provided in braids of fiberglass having various tube shapes. These braids can resemble a "Chinese finger trap," for example, or a long tube of elongated, aligned fibers, such as a corn husk or flexible elastic tube sock. Preferably, the tubular structure is elastic both longitudinally and radially. Other braid patterns can be incorporated, such as "overbraiding."

As noted above, Unimax is a fiber, flexible tube structure 400 that contains mostly unidirectional fibers. That is, most of the fibers (elongated fibers 408) run along the length of the tube. In the alternative, the fibers may extend longitudinally in a helix around the length of the tube structure. In the preferred embodiment, these fibers are held in place by  $\pm 45$  degree mesh of braided elastic yarns. These tube structures can be pulled over a variety of elongated, contoured shapes quite easily, while still maintaining the glass fibers at a 0 degree fiber angle. In an exemplary method as shown in FIG. 4, a fiber preform for a spring could be created by cutting a plurality of these tube structures and placing them over an inflatable bladder 405 in either an automated or manual process. The preform and bladder are then placed into

6

a two-part mold or tool 420. Next, the bladder is inflated to a pressure of approximately 100 psi. The part may then be infused with resin using an injection means known in the art and molded using an RTM or VRTM process as is known in the art. Once the part has cured, it can be removed from the mold 420. Holes can be drilled at the pivots, and bushings can be inserted into the spring.

Tapers and wall thickness variations can be designed into the part shape, yielding an extremely lightweight and efficient component. Because tapers can be accommodated, the design can include tapers in width and weight from the inner pivots to the outer pivots in the beam section. This allows the outer regions to be more compliant, and hence the outer regions can contribute more to the total deflection than cross-car spring having constant cross-section. In such prior art springs, most of the deflection is due to strain near the inner pivots.

The spring can also be designed to have improved recession (fore/aft) compliance. Because these springs are typically designed to function in trailing-arm type rear suspensions, the outer pivots must follow an arc when viewed from the side of the vehicle. This causes the spring to have to flex fore/aft and/or rotate slightly at the inner bushings. The conventional woven material springs are very stiff in the fore/aft direction, which makes designing the inner bushings difficult, and may not allow sufficient recession compliance. The beam section near the inner pivots can be designed to be thin as viewed in a top view (FIG. 3, 100), and tall as viewed from the rear (FIG. 2, 102). This allows for a member that is more compliant fore/aft with lower stresses than the prior art woven composite spring.

Finally, sufficient weight savings may be achieved. As an example, a bladder molded spring was designed to replace the lower control arms, coil springs, and anti-roll bar assembly in a prototype vehicle. The spring was found to have a mass of 1.8 kg, as compared to 10.0 kg for the steel baseline components it replaces (82% weight savings). A similar 3D woven design was found to weigh 4.0 kg.

FIG. 5 shows a flow diagram illustrating the preferred method in accordance with the invention herein. As illustrated at 502, a forming means,

## 7

such as an elongated inflatable bladder 406, is provided and partially inflated or stiffened. At 504, the tubular fiberglass braided structure 400 is installed over the forming means 406 so that the longer fiberglass fibers 408 are aligned generally along the length of the forming means 406, and so that the fibers 408 may be aligned along the longest dimensional length of the finished composite leaf spring. An illustration of the positioning of the fiberglass tube 400 mounted over a form is shown in FIG. 6. As shown in the Figure, the fibers are positioned along the length of the form and allowed to extend slightly past the ends of the form. Other arrangements of the fibers on the form are possible, but it has been shown that this preferred arrangement provides the most longitudinal strength to the final leaf spring as presently contemplated. The installation may be performed manually by hand via one or more technicians, or automatically via a sleeve-installation type apparatus.

Returning now to FIG. 5, after the fiber tube structure 400 is installed at 504, the form and the fibers are placed within an exterior forming mold 420, such as that shown in FIG. 4 above. Resin, such as epoxy or other suitable medium known in the art, is then applied through injection at 506. If desired, additional fiberglass or other structural composite fibers may be added to over the forming means at this stage to increase the strength or rigidity of the final product. Care must be taken to ensure that the resin is fully infused among the glass fibers to ensure adequate structural integration of the fiber and resin components.

At step 508, the exterior forming mold is closed, and the forming means may be inflated so that the resin and matrix are pressed against the walls of the mold. The resin is allowed to cure and harden to a sufficient hardness at step 510, and the leaf spring is then released from the exterior forming mold at 512. Finally, the interior forming means is deflated or otherwise released and removed from the interior of the leaf spring, preferably through the ends of the spring. Final curing may then be performed at step 514, and drilling and other structural refinements can be made to the spring at step 516.

8

Prototypes and design changes may be implemented quickly, and the process allows more flexibility in design than prior art methods. Furthermore, the resulting composite transverse spring is of significantly lighter weight.

Although the invention has been described and illustrated with reference to specific illustrative embodiments thereof, it is not intended that the invention be limited to those illustrative embodiments. Those skilled in the art will recognize that variations and modifications can be made without departing from the true scope and spirit of the invention as defined by the claims that follow. It is therefore intended to include within the invention all such variations and modifications as fall within the scope of the appended claims and equivalents thereof.

## I CLAIM:

1. A method for manufacturing a transverse leaf spring, said method comprising the steps of:
  - providing a forming means and a mold adapted to receive said forming means;
  - installing a pre-braided tubular fiberglass structure over said forming means, said braid structure comprising a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure;
  - placing said forming means and said braid structure into a mold cavity within said mold;
  - injecting a resin material into said mold to cover said fibers; and
  - curing said resin to create an integrated leaf spring component.
2. The method of claim 1 further comprising the step of applying pressure between said forming means and interior walls of said mold to press said fiberglass structure and said resin material against said walls.
3. The method of claim 2 wherein said forming means further comprises an elastomeric bladder adapted to fit closely within said mold cavity.
4. The method of claim 3 wherein said step of applying pressure further comprises inflating said bladder when in said mold cavity.
5. The method of claim 1 further comprising the steps of removing said component from said mold cavity and curing said component outside of said cavity.
6. The method of claim 1 wherein said tubular fiberglass structure is radially and longitudinally elastic.
7. A system for manufacturing a transverse leaf spring, said system comprising:



10

forming means having a shape corresponding to said leaf spring;  
means for placing a pre-braided tubular fiberglass structure over said  
forming means, said braid structure comprising a plurality of elongated fibers  
arranged to form an elongated, elastic tubular structure;  
a mold cavity adapted to receive said forming means and said braid  
structure; and  
means for injecting a resin material into said mold cavity.

8. The system of claim 7 wherein said forming means further comprises  
an elastomeric bladder adapted to fit closely within said mold cavity.

9. The system of claim 7 wherein said means for placing a pre-braided  
structure further comprises a manual installer.

10. The system of claim 7 wherein said tubular fiberglass structure further  
comprises a plurality of fiberglass fibers extending helically in an interwoven  
fashion in a tubular shape.

11. A method for manufacturing a transverse leaf spring, said method  
comprising the steps of:  
providing a braided fiber structure comprising a plurality of elongated  
fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure;  
integrating a resin material into said fiber structure to form a hollow,  
molded spring shape; and  
curing said shape.

12. The method of claim 11 wherein said plurality of elongated fibers are  
formed from groups of generally aligned, multiple strands of fibers, each of  
said groups being interwoven into said braided fiber structure.

13. The method of claim 12 wherein a plurality of said groups extend  
helically around said structure to form said tubular shape.

14. The method of claim 11 further comprising the step of providing a molding device for holding said braided fiber structure.
15. A composite transverse leaf spring comprising:  
a braided fiber structure comprising a plurality of elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tube, said tube defining a substantially hollow interior extending substantially the length of said fiber structure; and  
a resin material integrated with said fiber structure to form a leaf spring shape having a substantially hollow interior and tapered ends, said tapered ends adapted to pivotally attach to axle components of a vehicle.

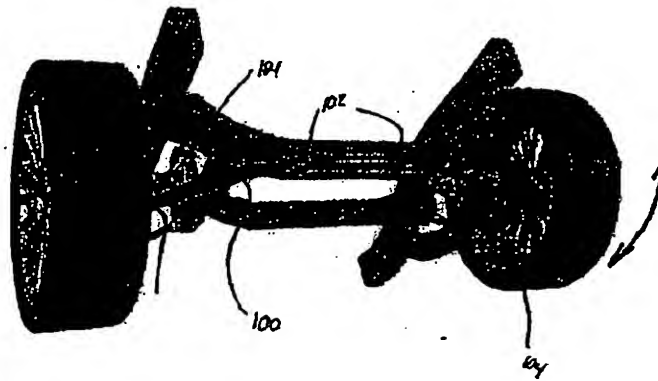


FIG. 1

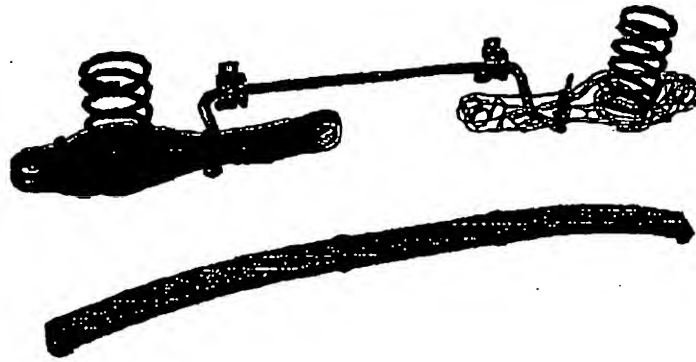


FIG. 1a

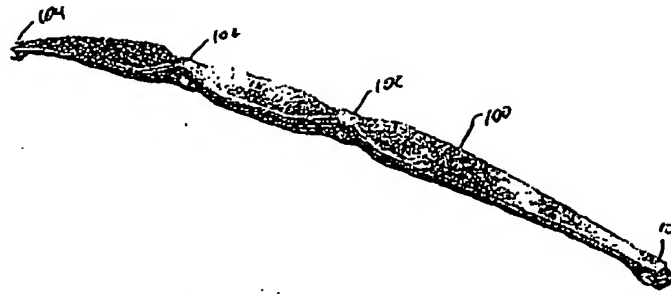


FIG. 2



fig. 3

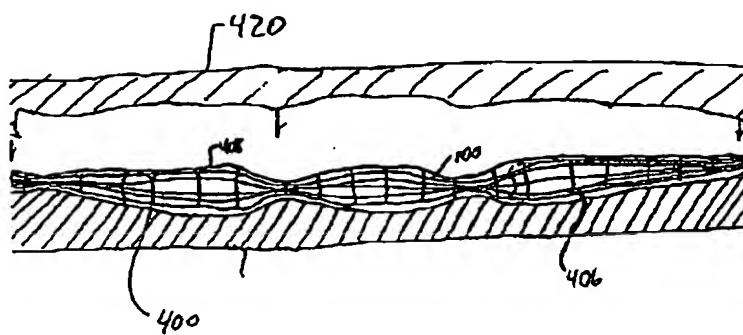


FIG. 4

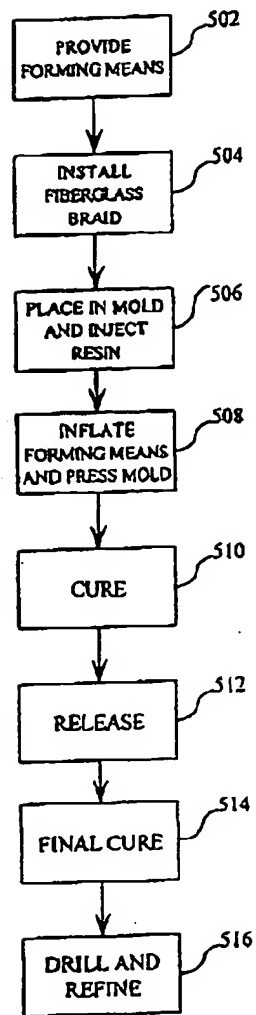


FIG. 5

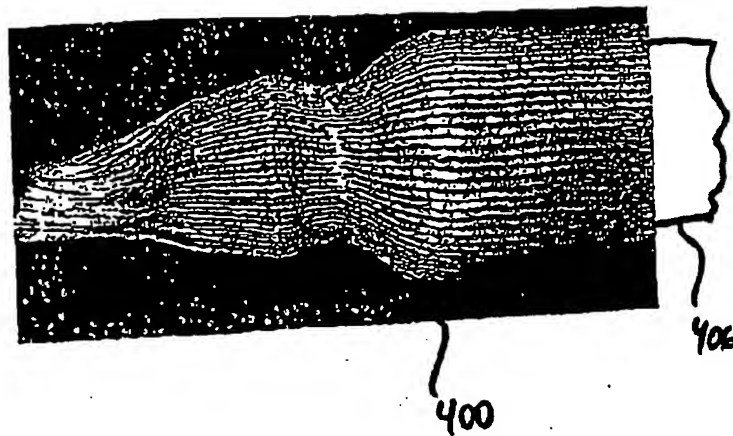


FIG. 6

## ABSTRACT

A transverse leaf spring structure and a manufacturing method for a composite transverse leaf spring is disclosed. The leaf spring is formed using a pre-formed tubular fiberglass fabric comprising longitudinally aligned and braided fiberglass fibers. The fabric is installed over an interior form, such as one or more inflatable bladders, and positioned within a forming mold. After resin is applied and cured to an appropriate stiffness within the mold, the mold is removed. The interior form is then removed from the composite leaf spring.



DERWENT-ACC-NO: 2003-228100

DERWENT-WEEK: 200416

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Manufacture of transverse leaf spring for automobiles  
comprises providing a forming mechanism in a mold,  
injecting a resin into the mold and curing

INVENTOR: LAWSON, R C

PATENT-ASSIGNEE: VISTEON GLOBAL TECHNOLOGIES INC[VISTN] , LAWSON R C[LAWSI]

PRIORITY-DATA: 2001US-0037048 (December 31, 2001) , 2000US-215422P (June 30, 2000) , 2001US-276370P (March 17, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
US 20020153648 A1	October 24, 2002	N/A
012 F16F 001/368		
DE 10211582 A1	September 19, 2002	N/A
012 B29C 070/42		
GB 2375502 A	November 20, 2002	N/A
000 B29C 044/12		
JP 2003039453 A	February 13, 2003	N/A
024 B29C 039/10		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
US20020153648A1	Provisional	2000US-215422P
June 30, 2000		
US20020153648A1	Provisional	2001US-276370P
March 17, 2001		
US20020153648A1	N/A	2001US-0037048
December 31, 2001		
DE 10211582A1	N/A	2002DE-1011582
March 15, 2002		
GB 2375502A	N/A	2002GB-0006129
March 15, 2002		
JP2003039453A	N/A	2002JP-0119940
March 18, 2002		

INT-CL (IPC): B29C039/10, B29C044/12 , B29C045/14 , B29C070/42 ,  
B29C070/44 , B29K105:08 , B29L031:30 , B60G011/02 , B60G011/08 ,  
F16F001/18 , F16F001/368

RELATED-ACC-NO: 2002-239107, 2002-354410 , 2003-828137

ABSTRACTED-PUB-NO: US20020153648A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Manufacture of a transverse leaf spring comprises providing a forming mechanism and a mold, installing a pre-braided tubular fiberglass structure over the forming mechanism, the braid structure comprising elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure, placing forming mechanism and braid structure into mold cavity, injecting resin into the mold and curing.

DETAILED DESCRIPTION - Manufacture of a transverse leaf spring comprises:

- (1) providing a forming mechanism and a mold to receive the forming mechanism;
- (2) installing a pre-braided tubular fiberglass structure over the forming mechanism, the braid structure comprising elongated fibers arranged to form an elongated, elastic tubular structure;
- (3) placing forming mechanism and braid structure into a mold cavity within the mold;
- (4) injecting a resin material into the mold to cover the fibers; and
- (5) curing the resin to create an integrated leaf spring component.

An INDEPENDENT CLAIM is included for a system for manufacturing a transverse leaf spring comprising:

- (1) forming mechanism with a shape corresponding to the leaf spring;
- (2) mechanism for placing a pre-braided tubular fiberglass structure

over the  
forming mechanism;

(3) mold cavity to receive the forming mechanism and the braid structure; and

(4) injection mechanism for injecting a resin material into the mold cavity.

USE - For manufacturing a transverse leaf spring (claimed) for automobiles.

ADVANTAGE - The composite spring has a hollow cross-section that allows the hollow sections to be much lighter, yet have the same stiffness as a solid area in the conventional spring.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is a flow diagram showing the inventive method.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.5/6

TITLE-TERMS: MANUFACTURE TRANSVERSE LEAF SPRING AUTOMOBILE COMPRISE FORMING

MECHANISM MOULD INJECTION RESIN MOULD CURE

DERWENT-CLASS: A32 A88 Q63

CPI-CODES: A11-B12A; A11-B12B; A11-C02D; A12-T04D;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0000 ; L9999 L2391 ; L9999 L2073 ; M9999 M2073 ; S9999 S1434

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; K9416 ; Q9999 Q9234 Q9212 ; Q9999 Q9289 Q9212 ; N9999

N6484\*R N6440 ; ND05 ; J9999 J2915\*R

Polymer Index [1.3]

018 ; K9892

Polymer Index [1.4]

018 ; G2891 D00 Si 4A ; S9999 S1070\*R ; A999 A419 ; S9999 S1194 S1161 S1070 ; S9999 S1161\*R S1070

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2003-058646

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-181370



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**